

P803181/0E/1



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

## ⑯ Patentschrift

⑯ DE 41 39 325 C 1

⑯ Int. Cl. 5:

G 01 N 27/04

F 01 N 9/00

F 01 N 3/02

⑯ Aktenzeichen: P 41 39 325.2-52  
⑯ Anmeldestag: 29. 11. 91  
⑯ Offenlegungstag: —  
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 7. 1. 93

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 7000 Stuttgart,  
DE

⑯ Erfinder:

Schulte, Roland, 7057 Leutenbach, DE; Gabler, Rolf,  
7050 Waiblingen, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 33 04 548 A1  
DE 28 02 196 A1

⑯ Verfahren zur Funktionskontrolle eines Rußfilters

⑯ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Funktionskontrolle eines Rußfilters in einer Abgasanlage einer Brännkraftmaschine. Das Verfahren beruht auf einer Bestimmung der Zeitdauer, die zum Freibrennen eines in der Abgasleitung stromab des Rußfilters angeordneten Sensors benötigt wird. Überschreitet die Freibrenndauer eine vorgegebene Maximaldauer, so wird das Rußfilter als defekt erkannt. Durch das Wiederholen der Funktionsprüfung zu vorgegebenen Zeitpunkten wird erreicht, daß der Rußfilter ständig überwacht und ein Defekt rasch erkannt wird.

DE 41 39 325 C 1

DE 41 39 325 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Funktionskontrolle eines Rußfilters in einer Abgasanlage einer Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

Aus der DE-OS 33 04 548 ist ein Verfahren zur Messung der Rußkonzentration im Abgas von Brennkraftmaschinen bekannt, bei der die Rußkonzentration durch Messung der Leitfähigkeit einer Rußschicht, die sich auf einem zwischen zwei Elektroden eines Sensors angeordneten Isolationskörper abgelagert hat, bestimmt wird. Zur Reinigung des Sensors wird nach einigen Messungen an die Elektroden eine Hochspannung angelegt, wodurch der Rußniederschlag auf dem Isolationskörper abgebrannt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 zu schaffen, das es erlaubt, die Funktion eines Rußfilters ständig zu überwachen und einen Ausfall des Rußfilters zuverlässig festzustellen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Hauptanspruchs gelöst.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren ist gewährleistet, daß ein Ausfall eines Rußfilters schnell und zuverlässig erkannt wird. Bei intaktem Rußfilter ist stromab des Rußfilters die Rußpartikelkonzentration im Abgas gering. Dadurch kann sich während einer bestimmten Zeitdauer nur eine begrenzte Rußschichtdicke auf einem in einer Abgasleitung angeordneten Sensor ablagern, die innerhalb einer vorgegebenen Freibrenndauer durch Anlegen einer Spannung abgebrannt werden kann. Bei einem defekten Rußfilter erhöht sich die Rußpartikelkonzentration im Abgas stromab des Rußfilters. Dadurch nimmt auch die pro Zeiteinheit auf dem Sensor abgelagerte Rußschichtdicke und damit die zum Freibrennen des Sensors benötigte Zeit zu. Überschreitet die gemessene Freibrenndauer eine in einem Steuerrgerät vorgegebene Maximalzeit, so wird der Rußfilter als defekt erkannt und entsprechende Maßnahmen können ergriffen werden. Dadurch kann verhindert werden, daß über einen längeren Zeitraum eine große Menge an Rußpartikeln unbemerkt an die Umwelt abgegeben wird.

Weitere Vorteile der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen und der Beschreibung hervor.

Anhand der Zeichnung wird im folgenden das erfindungsgemäße Verfahren beschreiben, wobei im einzelnen Fig. 1 eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 eine weitere Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens und

Fig. 3 ein Ablaufschema des erfindungsgemäßen Verfahrens zeigen.

Die Fig. 1 zeigt ein in einer Abgasleitung 1 einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine angeordnetes Rußfilter 2. In der Abgasleitung 1 ist stromab des Rußfilters 2 ein Sensor 3, der aus einer mittels eines Isolationskörpers 4 gegen die Abgasleitung 1 isolierten Elektrode 5 besteht, angebracht. Dabei wird der Isolationskörper 4 zwischen Elektrode 5 und Abgasleitung 1 von dem mit Rußpartikeln behafteten Abgas beaufschlagt.

An die Elektrode 5 kann mittels eines Steuerrätes 6 eine Spannung  $U_f$  angelegt werden.

Der Sensor 3 dient zur Messung der Leitfähigkeit der auf dem Isolationskörper 4 abgelagerten Rußschicht. Sind auf der Isolationsschicht 4 keine Rußpartikel vorhanden, so ist die Elektrode 5 gegen die Abgasleitung 1

isoliert, wodurch auch bei Anliegen einer Spannung  $U_f$  zwischen der Elektrode 5 und der Abgasleitung 1 kein Strom fließt. Da aber Rußpartikel leitfähig sind, nimmt mit zunehmender Schichtdicke der auf dem Isolationskörper 4 angelagerten Rußschicht der zwischen der Elektrode 5 und der Abgasleitung 1 fließende Kriechstrom  $I_k$  zu. Die Spannung  $U_f$  wird so hoch gewählt, daß der durch die Rußschicht fließende Kriechstrom  $I_k$  die Temperatur der Rußschicht soweit erhöht, daß ein Abbrennen der Rußpartikel einsetzt. Nach vollständigem Abbrennen der Rußschicht geht die Leitfähigkeit wieder auf Null zurück und der Kriechstrom  $I_k$  verschwindet. Dabei ist die Zeit  $t_f$ , die zum Freibrennen des Sensors 3 notwendig ist, von der Rußschichtdicke und damit von der Rußpartikelkonzentration im Abgas abhängig.

Fig. 2 zeigt eine weitere Ausgestaltung der Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Im Unterschied zur Vorrichtung aus Fig. 1 ist hier als Sensor eine Sauerstoffmeßsonde 7 zur Messung des Restsauerstoffgehalts im Abgas in der Abgasleitung 1 angeordnet. Ansonsten sind gleiche Teile auch mit gleichen Bezeichnungen wie in Fig. 1 versehen.

Die Sauerstoffmeßsonde 7 liefert nur dann ein fehlerfreies Signal  $S$ , wenn deren Oberfläche nicht von einer Rußschicht bedeckt ist. Um die Funktion des Rußfilters 2 zu Überprüfen wird auch hier wieder die Zeit  $t_f$ , die zum Freibrennen der Sauerstoffmeßsonde 7 benötigt wird, gemessen. Hierbei wird die Sauerstoffmeßsonde 7 als freigebrannt erkannt, wenn deren Signal  $S$  mit einem Referenzsignal  $S_{ref}$ , welches dem Signal einer fehlerfrei arbeitenden Sauerstoffmeßsonde 7 entspricht, übereinstimmt. Dabei kann das Referenzsignal  $S_{ref}$  im Steuerrgerät 6 abgelegt sein, wobei das Referenzsignal  $S_{ref}$  einem Signal der Sauerstoffmeßsonde 7 in einem bestimmten Betriebspunkt der Brennkraftmaschine entspricht. Deshalb muß in diesem Fall die Funktionsüberprüfung genau in diesem Betriebspunkt gestartet werden.

Als weiteres Ausführungsbeispiel ist es auch denkbar, daß das Referenzsignal  $S_{ref}$  von einer weiteren, in der Abgasleitung 1 angeordneten, Sauerstoffmeßsonde 8 bereitgestellt wird. Hierzu ist die Sauerstoffmeßsonde 8 ständig beheizt, so daß sich keine Rußschicht ablagern kann. Dies hat den Vorteil, daß das Freibrennen der Sauerstoffmeßsonde 7 nicht nur in einem vorgegebenen Betriebspunkt, sondern zu beliebigen Zeitpunkten aktiviert werden kann.

Fig. 3 zeigt ein Ablaufschema des erfindungsgemäßen Verfahrens. Nach dem Start des Verfahrens in Block 9, zum Beispiel nach Beendigung der Startphase der Brennkraftmaschine, wird in Block 10 überprüft, ob die Funktionsüberprüfung gestartet werden soll. Um das Rußfilter 2 ständig zu überwachen und einen Defekt möglichst schnell zu erkennen ist es notwendig, die Funktionsüberprüfung in vorgegebenen Abständen zu wiederholen. Die Abstände können dabei einfach durch Festlegen bestimmter Zeitintervalle vorgegeben werden. Weiter ist es auch denkbar, die Funktionsüberprüfung immer dann zu starten, wenn eine vorgegebene Kraftstoffmenge verbrannt wurde. Da die erzeugte Rußmenge der verbrannten Kraftstoffmenge proportional ist, bietet diese Methode den Vorteil, daß die am Sensor 3, 7 abgelagerte Rußmenge auf die von der Brennkraftmaschine erzeugte Rußmenge normiert ist.

Schließlich ist es weiter denkbar, die Funktionsüberprüfung immer bei Erreichen eines vorgegebenen Betriebspunktes der Brennkraftmaschine zu starten.

Wenn nun im Block 10 die Bedingung für den Start der Funktionsüberprüfung erfüllt ist, wird im Block 11

die Spannung  $U_f$  zum Freibrennen des Sensor 3, 7 aktiviert. Gleichzeitig wird im Block 12 die momentane Zeit  $t_1$ , zu der die Spannung  $U_f$  an den Sensor 3, 7 angelegt wird, gespeichert. Als nächster Schritt wird dann in Block 13 überprüft, ob das Freibrennen des Sensors 3, 7 beendet ist. Die Art der Überprüfung ist dabei abhängig von der Art des Sensors 3, 7. Bei Verwendung eines Sensors 3 zur Messung der Leitfähigkeit, wie er in Fig. 1 beschrieben ist, wird das Ende des Freibrennvorgangs durch das Verschwinden des Kriechstromes  $I_k$  erkannt. Bei Verwendung einer Sauerstoffmeßsonde 7, wie in Fig. 2 beschrieben, wird die Freibrennphase bei Übereinstimmung des Meßsignals S mit einem Referenzsignal  $S_{ref}$  als beendet erkannt. Solange der Sensor 3, 7 nicht als freigebrannt erkannt wird, wird zum Anfang des Blockes 13 zurückverzweigt.

Nach Beendigung der Freibrennphase wird nun im Block 14 die Zeit  $t_2$ , zu der das Freibrennen beendet wurde, gespeichert. Anschließend wird im Block 15 die Freibrenndauer  $t_f$  als Differenz zwischen dem Anlegen der Spannung  $U_f$  und dem Beenden der Freibrennphase ermittelt. Im Block 16 wird dann die Freibrenndauer  $t_f$  mit einer im Steuergerät 6 abgelegten Maximalzeit  $t_{max}$  verglichen. Ist die Freibrenndauer  $t_f$  kleiner als die Maximalzeit  $t_{max}$ , so wird an den Beginn des Blockes 10 verzweigt, wo nach einer vorgegebenen Zeit die nächste Funktionsüberprüfung gestartet wird. Überschreitet dagegen die Freibrenndauer  $t_f$  die Maximaldauer  $t_{max}$  wird zum Block 17 verzweigt, wo der Rußfilter 2 dann als defekt erkannt und ein entsprechendes Fehlersignal erzeugt wird.

Das beschriebene Verfahren zur Funktionskontrolle von Rußfiltern 2 kann neben dem Betrieb in einer Abgasleitung 1 einer Brennkraftmaschine selbstverständlich auch in jeder anderen Abgasanlage, in der rußbehaftete Abgase durch einen Rußfilter 2 gereinigt werden, beispielsweise einer Heizungsanlage, verwendet werden.

## Patentansprüche

40

1. Verfahren zur Funktionskontrolle eines Rußfilters in einer Abgasanlage einer Brennkraftmaschine mit einem stromab des Rußfilters in der Abgasleitung eingesetzten Sensor, der von Rußpartikeln beaufschlagt wird, die von einem Steuergerät aus durch Anlegen einer Spannung am Sensor abgebrannt werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeit ( $t_f$ ) zum Freibrennen des Sensors (3, 7) erfaßt und bei Überschreiten einer im Steuergerät (6) vorgegebenen Maximaldauer ( $t_{max}$ ) der Rußfilter (2) als defekt erkannt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- daß zu einem vorgegebenen Zeitpunkt ( $t_1$ ) an den Sensor (3) eine Spannung ( $U_f$ ) zum Freibrennen angelegt,
- daß der am Sensor (3) abfallende Kriechstrom ( $I_k$ ) erfaßt,
- daß die Freibrenndauer ( $t_f$ ) als Zeitspanne zwischen dem Anlegen der Spannung ( $U_f$ ) und dem Zeitpunkt ( $t_2$ ) des Verschwindens des Kriechstromes  $I_k$  bestimmt,
- daß die Freibrenndauer ( $t_f$ ) mit einer im Steuergerät (6) vorgegebenen Maximaldauer ( $t_{max}$ ) verglichen und
- daß bei Überschreiten der Maximaldauer ( $t_{max}$ ) das Rußfilter (2) als defekt erkannt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet,

- daß als Sensor eine Sauerstoffmeßsonde (7) verwendet wird, an die zu einem vorgegebenen Zeitpunkt ( $t_1$ ) eine Spannung ( $U_f$ ) zum Freibrennen der Sauerstoffmeßsonde (7) angelegt,
- daß das von der Sauerstoffmeßsonde (7) gelieferte Signal (S) mit einem Referenzsignal ( $S_{ref}$ ) verglichen,
- daß die Freibrenndauer ( $t_f$ ) als Zeitspanne zwischen dem Anlegen der Spannung ( $U_f$ ) und dem Zeitpunkt ( $t_2$ ) des Übereinstimmens des Sauerstoffmeßsignals (S) mit dem Referenzsignal ( $S_{ref}$ ) bestimmt,
- daß die Freibrenndauer ( $t_f$ ) mit einer im Steuergerät (6) vorgegebenen Maximaldauer ( $t_{max}$ ) verglichen und
- daß bei Überschreiten der Maximaldauer ( $t_{max}$ ) das Rußfilter (2) als defekt erkannt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannung ( $U_f$ ) jeweils nach dem Verbrauch einer vorgegebenen Kraftstoffmenge an den Sensor (3, 7) angelegt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannung ( $U_f$ ) jeweils nach einem vorgegebenen Zeitintervall an den Sensor (3, 7) angelegt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannung ( $U_f$ ) jeweils bei Erreichen eines vorgegebenen Betriebspunktes der Brennkraftmaschine an den Sensor (3, 7) angelegt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 3 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Referenzsignal ( $S_{ref}$ ) im Steuergerät (6) gespeichert ist.

8. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Referenzsignal ( $S_{ref}$ ) von einer zweiten in der Abgasleitung (1) angeordneten und ständig beheizten Sauerstoffmeßsonde (8) geliefert wird.

9. Verwendung einer Ionenstromsonde als Sensor zur Funktionskontrolle eines Rußfilters gemäß dem Verfahren nach Anspruch 2, bestehend aus einer mit Hilfe eines Isolationskörpers (4) gegen die Abgasleitung (1) isolierten Elektrode (5), wobei an die Elektrode (5) eine Spannung  $U_f$  angelegt und wobei der Isolationskörper (4) von rußbehaftetem Abgas beaufschlagt wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**

Fig. 1

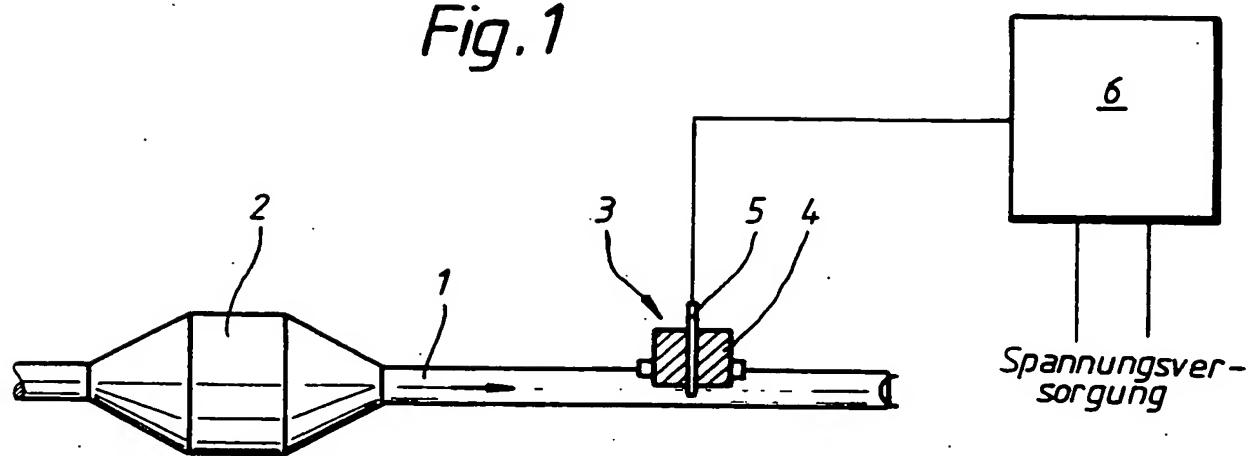


Fig. 2

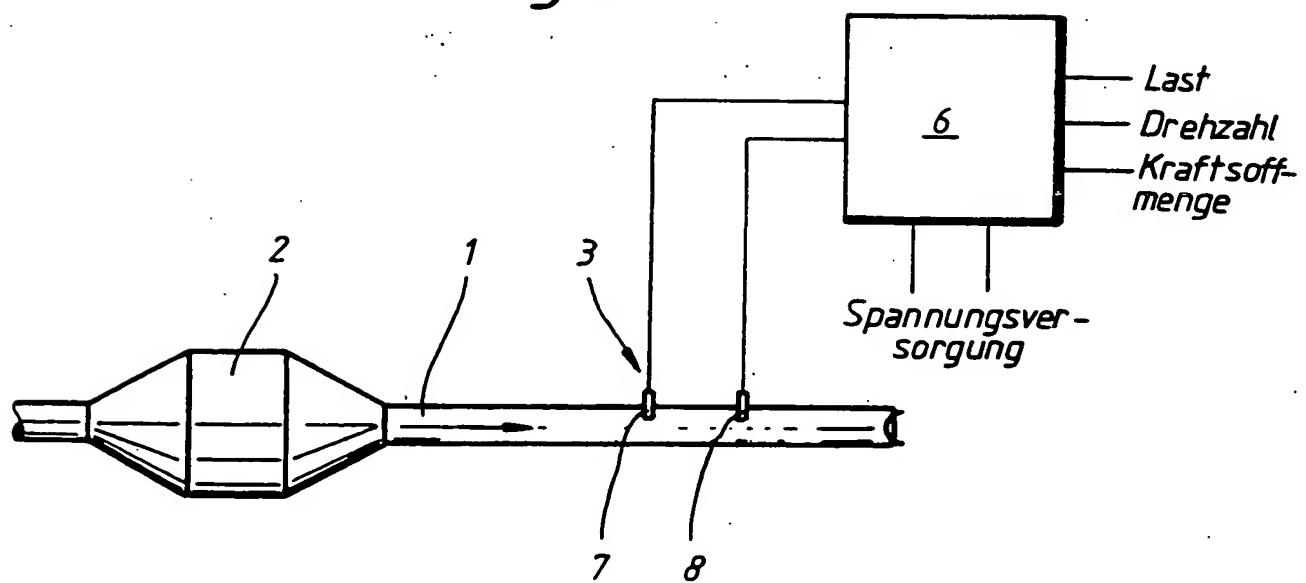


Fig. 3

